

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2002-505910

(P2002-505910A)

(43) 公表日 平成14年2月26日 (2002.2.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-73-07* (参考)
A 6 1 F 9/08		A 6 1 F 9/08	4 C 0 5 3
	2/14		4 C 0 9 7
A 6 1 N 1/36		A 6 1 N 1/36	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2000-535286(P2000-535286)  
 (86) (22) 出願日 平成11年3月11日(1999.3.11)  
 (85) 翻訳文提出日 平成12年9月13日(2000.9.13)  
 (86) 国際出願番号 P C T / U S 9 9 / 0 5 2 5 8  
 (87) 国際公開番号 W O 9 9 / 4 5 8 7 0  
 (87) 国際公開日 平成11年9月16日(1999.9.16)  
 (31) 優先権主張番号 0 9 / 0 4 1 , 9 3 3  
 (32) 優先日 平成10年3月13日(1998.3.13)  
 (33) 優先権主張国 米国 (U S)

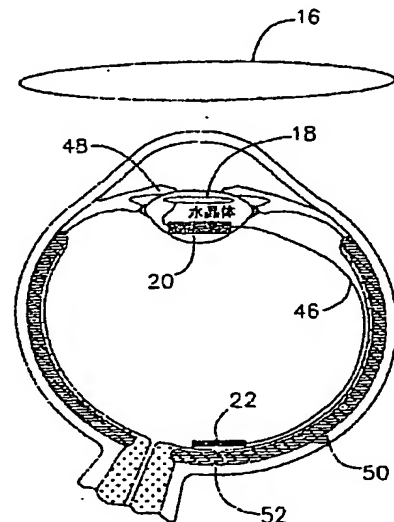
(71) 出願人 ジョーンズ ホプキンス ユニヴァーシティ  
 アメリカ合衆国, メリーランド州, ボ  
 ルティモア, イースト モニュメント  
 ストリート 2024 スイート2-100  
 (72) 発明者 フマユン, マーク, エス.  
 アメリカ合衆国, メリーランド州, テ  
 イモニウム, オーク ファーム コート  
 636  
 (72) 発明者 ドウ ジャン, ユージーン, ジュニア  
 アメリカ合衆国, メリーランド州, フ  
 ェニックス, ポプラー ヒル ロード  
 13721  
 (74) 代理人 弁理士 山田 行一 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 人工眼

## (57) 【要約】

人工眼は、視覚画像を知覚し視覚信号出力を発生するためのカメラと、ユーザの網膜に動作上取り付けられるように適合した網膜組織刺激回路と、眼の中で視覚信号出力を網膜組織刺激回路へ送信するための無線通信回路とを備える。視覚信号出力を発生するために、カメラは、視覚画像を、所与の時点に画像を選択するようにサンプリングされる電気インパルスに変換する。次に、サンプリングされた画像信号は、エンコード化されて画像のピクセル化表示を可能とする。次に、この信号は、無線周波キャリア信号を変調するために使用される。1次コイルと2次コイルを有する同調コイル対は、次に眼の中で復調されるRF変調視覚信号を送信及び受信するために使用される。網膜刺激回路は、視覚信号出力を複数の個々の刺激制御信号に復号化するための復号器を含み、これらの刺激制御信号は、電流発生回路によって使用されて、マトリックスを形成する複数の電極を有する電極アレイによって使用されるべき刺激電流信号を発生する。眼内構成要素は、送信された視覚信号から抽出されたエネルギーから電力供給される。電極アレイは、鋳、磁



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 視覚画像を知覚するための手段であって、この視覚画像に  
答して視覚信号出力を生成する手段と、

ユーザの網膜に動作上取り付けられるのに適用される網膜組織刺激手段と、  
前記視覚信号出力を前記網膜組織刺激手段に送信するための無線視覚信号通信  
手段と、

を備える人工眼。

【請求項2】 前記視覚画像を知覚する手段は、  
視覚画像を電気インパルスに変換するためのカメラ手段と、  
前記カメラ手段に連結され、所定の時点で画像を選択するための画像サンプリ  
ング手段と、

前記画像サンプリング手段に連結され、前記選択された画像をエンコードして  
前記画像のピクセル化表示を可能とするためのエンコーダ手段と、

を備える、請求項1に記載の人工眼。

【請求項3】 前記網膜組織刺激手段は、  
前記視覚信号出力に応答して、前記視覚信号出力を複数の個々の刺激制御信号  
へ復号化するための復号器手段と、

前記復号手段に連結されると共に前記複数の個々の刺激制御信号に応答して刺  
激電流信号を発生するための電流発生回路手段と、

前記電流発生回路手段に動作上連結された複数の電極を備える電極アレイであ  
って、前記電極が前記個々の刺激制御信号に応答して網膜組織を刺激するのに十  
分な刺激パルスを発生する前記電極アレイと、

を備える請求項1に記載の人工眼。

【請求項4】 前記電極アレイは、更に前記電極アレイを前記ユーザの網膜  
に取り付けるための取付手段を備える、請求項3に記載の人工眼。

【請求項5】 前記電極アレイは、その中に少なくとも一つの取付孔を画定  
すると共に、前記取付手段は、前記少なくとも一つの取付孔内に位置する少な  
くとも一つの網膜留め鉗を備える、請求項4に記載の人工眼。

【請求項6】 前記電極アレイは、中に少なくとも二つのスカラップ形の部

分を画定する外表面エッジを含み、且つ前記取付手段は、前記スカラップ形の部分の各々内に位置される網膜留め鉤を備える、請求項4に記載の人工眼。

【請求項7】 前記電極アレイは、それに取り付けられた少なくとも一つの第1の磁石を含み、且つ前記取付手段は、前記網膜上の前記電極アレイの取付の望ましい点に対向するユーザの強膜の外側に取り付けられるのに適する第2の磁石を備える、請求項4に記載の人工眼。

【請求項8】 前記取付手段は、前記網膜へ取り付けられるべき前記電極アレイの表面上に配される接着剤を含む、請求項4に記載の人工眼。

【請求項9】 前記無線視覚信号通信手段は、  
無線周波キャリア信号を発生するためのキャリア発生器手段と、  
前記無線周波キャリア信号と前記視覚信号出力に応答して、前記無線周波キャリア信号を前記視覚信号出力によって変調するための変調器手段であって、無線周波変調画像信号を生成する前記変調器手段と、

1次及び2次コイルを有し、前記1次コイルは、前記変調器手段に動作上連結されて前記無線周波変調画像信号を送信すると共に前記2次コイルは前記期無線周波変調画像信号を受信するように同調される、同調コイル対と、

前記2次コイルに連結され、前記無線周波キャリア信号から前記視覚信号出力を抽出するための復調器手段と、

を備える請求項1に記載の人工眼。

【請求項10】 更に、前記2次コイルに連結され、前記無線周波変調画像信号からエネルギーを抽出することによって前記網膜組織刺激手段と前記復調器手段に電力を供給するための電源手段を備える、請求項9に記載の人工眼。

【請求項11】 前記電源手段は、前記2次コイルによって受信された前記無線周波変調画像信号から前記無線周波キャリア信号を整流して直流電力出力を生成し、前記網膜組織刺激手段と前記復調器手段に電力を提供する、請求項10に記載の人工眼。

【請求項12】 光受容体の退行状態で苦しむユーザの視覚を少なくとも部分的に回復するための医療機器であって、

視覚画像を電気インパルスに変換するためのカメラ手段と、

前記カメラ手段に連結され、所与の時点で画像を選択するための画像サンプリング手段と、

前記画像サンプリング手段に連結され、前記選択された画像をエンコード化してピクセル化表示を可能とすると共に、視覚信号出力を出力するエンコーダ手段と、

無線周波キャリア信号を発生するためのキャリア発生器手段と、

前記無線周波キャリア信号と前記視覚信号出力の応答して、前記視覚信号出力によって前記無線周波キャリア信号を変調するための変調器手段であって、無線周波変調画像信号を生成する前記変調器手段と、

1次及び2次コイルを有し、前記1次コイルは、前記変調器手段に動作上連結されて前記無線周波変調画像信号を送信すると共に前記2次コイルは前記無線周波変調画像信号を受信するように同調される、同調コイル対と、

前記2次コイルに連結され、前記無線周波キャリア信号から前記視覚信号出力を抽出するための復調器手段と、

前記復調器手段に連結され且つ前記視覚信号出力に応答して、前記視覚信号出力を複数の個々の刺激制御信号に復号化するための復号器手段と、

前記復号器手段に連結され且つ前記複数の個々の刺激制御信号に応答して、刺激電流信号を発生するための電流発生回路手段と、

前記電流発生回路手段に動作上連結された複数の電極を有し、前記電極が、前記個々の刺激制御信号に応答して網膜組織を刺激して眼内閃光を発生するのに十分な刺激パルスを発生する電極アレイと、

を備える医療機器。

【請求項13】 更に、前記2次コイルに連結され、前記無線周波変調画像信号からエネルギーを抽出することによって前記復調器手段と、前記復号器手段と、前記電流発生回路手段に電力を供給するための電源手段を備える請求項12に記載の医療機器。

【請求項14】 前記電極アレイが眼内移植に適合される、請求項13に記載の医療機器。

【請求項15】 前記2次コイルが眼内移植に適合される、請求項14に記載

載の医療機器。

【請求項16】 前記復調器手段と、前記復号器手段と、前記電流発生回路手段と、前記電源手段は、眼内移植に適合される、請求項15に記載の医療機器。

【請求項17】 更に、前記電極アレイを前記ユーザの網膜組織へ取り付けのために適する取付手段を備える、請求項14に記載の医療機器。

【請求項18】 前記電極アレイは、その中に少なくとも一つの取付孔を画定すると共に、前記取付手段は、前記少なくとも一つの取付孔内に位置する少なくとも一つの網膜留め鉗を備える、請求項17に記載の医療機器。

【請求項19】 前記電極アレイは、中に少なくとも二つのスカラップ形の部分を画定する外表面エッジを含み、且つ前記取付手段は、前記スカラップ形の部分の各々内に位置される網膜留め鉗を備える、請求項17に記載の医療機器。

【請求項20】 前記電極アレイは、それに取り付けられた少なくとも一つの第1の磁石を含み、且つ前記取付手段は、前記網膜上の前記電極アレイの取付の望ましい点に対向するユーザの強膜の外側に取り付けられるのに適する第2の磁石を備える、請求項17に記載の医療機器。

【請求項21】 前記取付手段は、前記網膜へ取り付けられるべき前記電極アレイの表面上に配される接着剤を含む、請求項17に記載の医療機器。

【請求項22】 眼の光受容体の退行状態で苦しむユーザの視覚を少なくとも部分的に回復する方法であって、

視覚画像を知覚し且つ前記視覚画像に応答して視覚信号出力を生成するステップと、

前記視覚信号出力を前記眼に無線送信するステップと、

前記視覚信号出力に従って前記ユーザの網膜組織を刺激するステップと、

を含む前記方法。

【請求項23】 視覚画像を知覚し且つ前記視覚画像に応答して視覚信号出力を生成する前記ステップは、

視覚画像を電気インパルスに変換するステップと、

所与の時点で画像に対応する前記電気インパルスをサンプリングするステップ

と、

前記選択された画像をエンコードしてその画像のピクセル化表示を可能とするステップと、

を含む、請求項22に記載の方法。

【請求項24】 前記視覚信号出力を前記眼に無線送信する前記ステップは

無線周波キャリア信号を発生するステップと、

前記視覚信号出力によって前記無線周波キャリア信号を変調して無線周波変調画像信号を生成するステップと、

前記無線周波変調画像信号を送信するステップと、

前記無線周波変調画像信号を受信するステップと、

前記無線周波キャリア信号から前記視覚信号出力を抽出するステップと、

を含む、請求項22に記載の方法。

【請求項25】 前記視覚信号出力に従って前記ユーザの網膜組織を刺激する前記ステップは、

前記視覚信号出力を複数の個々の刺激制御信号に復号するステップと、

刺激電流信号を発生するステップと、

前記刺激電流信号に従って前記網膜組織に刺激を印加するステップと、

を含む、請求項22に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、医療用眼デバイス及び方法、さらに詳しくは、人工眼デバイスにおける眼内閃光生成のための眼内電気網膜刺激とそれを使用する方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

1755年、LeRoyは白内障により盲目になったヒトの眼窩にライデン瓶の放電を通すと、その患者は、「下へ急速に通過していく炎」を見た。それ以来、電氣的に誘起された視覚についての魅了が起こっている。このような光のフラッシュまたは眼内閃光を起こすために、網膜細胞を電気刺激することの一般概念が、かなりの間知られている。これらの一般原理を基にし、視覚障害を助けるための補綴物を考案することについての初期の幾つかの試みの中には、患者の頭または瞼に電極を付けることがあった。このような初期の試みは、幾らかの制限された成功を収めたが、これらの初期補綴装置は大きくてかさばり、本当に視覚障害者を助けるのに十分な模擬視力を生じることができなかった。

## 【0003】

しかしながら、眼内手術技法が発達すると共に、眼自体の中に移植されたデバイスを通して、小さな群、さらには個々の網膜細胞により集中した刺激を適用して、焦点を合わせた眼内閃光を生じさせることが可能となった。これは、視覚障害者を助ける方法及び装置を開発することへの新たな関心をかきたてた。特に、眼内に植え込まれた装置への試みとして、眼内網膜補綴デバイスの領域において多大の努力が費やされてきた。これは、視覚障害者を助ける方法及び装置を開発することへの新たな関心をかきたてた。特に、失明が、色素性網膜炎や世界中の何百万もの人々に起こる加齢に関連した黄斑変性のような光受容体変性性網膜疾患によって引き起こされる症例において視覚を回復することを目指して、眼内網膜補綴デバイスの領域において多大の努力が費やされてきた。

## 【0004】

そのようなデバイスの1つが、1986年12月16日付けでMachels

onに付与された、「METHOD AND APPARATUS FOR VISUAL PROSTHESIS」と題する米国特許第4,628,933号に記載されている。Michelsonの933号の装置はその表面に光感受性装置のアレイを含み、かかる装置は網膜を刺激するために反対側の表面に位置する複数の電極に接続されている。これらの電極は、直接網膜に当たって網膜細胞を刺激するコンダクタを持つ「爪床」に類似したアレイを形成するように配置されている。Michelsonの933号のデバイスは、電磁誘導あるいは無線周波誘導を通して別々の回路によって電力供給される。このエネルギーを受け取るため、Michelsonの933号のデバイスには、装置の周囲に巻き付けるか又は写真平板回路の手法を通して一方の表面に形成されたインダクタが含まれている。誘導された信号が整流され、濾過されて電気回路の電極に電力供給する。

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、そのようなデバイスは、網膜組織に直接衝撃を与える「爪床」型電極の使用によって網膜損傷の可能性を高める。さらに、光感受性素子を含むことによる近視又は遠視の問題がある。

#### 【0006】

Michelsonの933号のデバイスはまた、眼窩内で使用しうる物理的サイズによっても制限される。この腔が小さいため、また装置が網膜組織そのものによって支持されなければならないため、その中に包含できる画像処理回路の量が限られる。さらに、画像処理回路の量は眼窩内での電力のアベイラビリティと使用必要条件によっても限定される。これらの制限的な要因の結果として、Michelsonの933号のデバイスは、出力波形を電荷平衡四角波に成形し、電圧と電流の出力をニューロンにとって許容されるレベルに調節するために、単に網膜ニューロンの周波数応答帯域幅に対する応答を整調する一般的な信号増幅器以外の画像処理回路を含んでいない。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】



上記に鑑みて、先行技術におけるこれらその他の既知の問題の少なくとも一部を克服することが本発明の目的である。さらに特定すると、新しい改善された人工眼を提供することが本発明の目的である。特に、失明が光感受器変性性疾患によって引き起こされた症例において、少なくとも部分的に視覚を回復する人工眼を提供することが本発明の目的である。患者の運動性を改善し、読みを可能にする機能的視力のレベルを提供することが本発明のさらなる目的である。さらに、常套的な日常活動の間装着することができ、患者にとって審美的に許容されるそのような人工眼を提供することが本発明の目的である。さらに、視力を回復する方法を提供することが本発明の目的である。

#### 【0008】

これらの目的に照らして、人工眼によってもたらされる視覚の質を最大にし、引き起こされる網膜への影響を最小限に抑えるための眼内と眼球外の両方の構成要素を提供することが本発明の人工眼の特徴である。知覚された環境の視覚信号を眼球外構成要素から眼内構成要素に、その間の物理的接触を伴わずに送信する手段を提供することが本発明のさらなる特徴である。加えて、別個の電力信号送信を必要とせずに、視覚信号から眼内構成要素に必要な電力を抽出することが本発明の特徴である。さらに、眼内電極が網膜を貫通しない人工眼を提供することが本発明の特徴である。

#### 【0009】

それ故、上記の目的と特徴に従って、眼球外の画像捕獲及びエンコード要素と、無線周波に基づく送信要素を有する人工眼を提供することが本発明の1つの側面である。網膜表面上の眼内刺激電極を提供することが本発明のさらなる側面である。本発明のもうひとつの側面に従って、無線周波が送信する視覚信号を受け取るための、無線周波を受容し、符号を解読して脱多重化する要素が提供される。本発明の1つの実施の形態の側面は、無線周波を受容し、符号を解読して脱多重化する眼内要素を提供することを含み、もう1つの実施の形態のもう1つの側面は、無線周波を受容し、符号を解読して脱多重化する眼球外要素を提供することを含む。

#### 【0010】

本発明の人工眼の1つの実施の形態は、視画像を電気刺激に変換するためのカメラ、所与の時点で画像を選択するための画像サンプリング回路、及び選択された画像をピクセル表示できるようにエンコードするためのエンコーダ回路を含む。次に選択された画像に対応する信号を使用して、1次及び2次コイルを持つ同調コイル対によって眼内に送信できるように、無線周波キャリア信号を変調する。

#### 【0011】

復調器回路は無線周波キャリア信号からの視覚信号出力を抽出するための2次コイルに連結されている。復号器は、視覚信号出力を複数の個々の刺激制御信号へと復号する復調器に連結されており、復調器は、応答して刺激電流信号を生成する電流生成回路に連結されている。電極アレイは電流生成回路手段に操作的に連結されている複数の電極を持つ。電極はこれらの個々の刺激制御信号に応答して網膜組織を刺激する。

#### 【0012】

眼の光感受器変性網膜状態に罹患しているユーザーに少なくとも一部視覚を回復させる方法は次のステップを含む：a) 視覚画像を知覚し、それに応答して視覚信号出力を生成する；b) 視覚信号出力を眼内に無線送信する；そしてc) 視覚信号出力に従ってユーザーの網膜組織を刺激する。

#### 【0013】

本発明のこれらその他の目的及び利点は、添付の図面を参照しながら、下記の詳細な説明からより明らかになるであろう。

#### 【0014】

本発明は様々な修正や代替構築物が可能であるが、その一部の例示的实施の形態を図面に示し、また下記に詳述する。しかしながら、本発明を開示されている特定形態に限定することは意図されておらず、逆に、本発明が、付属の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神と範囲内に含まれるすべての修正、代替構築物、方法、及び均等物を包含することは明白である。

#### 【0015】

#### 【発明の実施の形態】

上で簡潔に述べたように、本発明による装置は、世界中で数百万の人たちが冒されている色素性網膜炎や年齢関連性斑状変質などの光受容体変質網膜病によって盲目となった場合に視力を少なくとも部分的に回復する医療機器である。この視力の部分的回復の意図は、患者の移動性を改善し、また、少なくとも大きい印刷物を読めるようにし、これによって独立意識を増加させることである。簡潔に言えば、視覚は、患者の目の前にある景色の画像を、機能不全光受容体の向こう側にある機能している神経細胞を電氣的に刺激することによって網膜上にマッピングされる1連の電気パルスに変換することによって達成される。したがって、本発明の目的は、日常の活動時に着用可能で、また、患者にとって審美的に受け入れ可能なパッケージ中での機能性視覚のレベルを提供することにある。本発明によるシステム全体は、埋込バッテリーや眼内侵入コネクタを用いることなく機能する携帯式の身体着用パッケージ中に包含される。本発明による人工眼の眼内部分は、標準の眼外科手術手法を用いて患者の眼内中に埋込されるように設計されている。

#### 【0016】

したがって、具体的に言えば、本発明のある好ましい実施の形態による人工眼は、可視画像を知覚して、それに反応して視覚信号出力を発生する手段と、ユーザの網膜に動作可能に取り付けられるようになっている網膜組織刺激手段と、この視覚信号出力をこの網膜組織刺激手段に送信する無線視覚信号通信手段とを備えている。可視画像を知覚するこの手段は、可視画像を電気インパルスに変換するカメラ手段と、このカメラ手段に連結されていて、任意の時点で画像を選択する画像サンプリング手段と、この画像サンプリング手段に連結されていて、選択された画像をエンコードして、それをピクセル化して表示するエンコーダ手段とを備えているのが好ましい。

#### 【0017】

加えて、本発明のある好ましい実施の形態では、上記の網膜組織刺激手段は、視覚信号出力に反応して、この視覚信号出力を複数の個別刺激制御信号に復号化する復号器手段と、この復号器手段に連結されていて、前記の複数の個別刺激制御信号に反応して、刺激電流信号を発生する電流発生回路手段と、この電流発生

回路手段に動作可能に連結されている複数の電極を有する電極アレイとを備えている。これらの電極は前記の個別刺激制御信号に反応して、網膜組織を刺激するに十分な刺激パルスを発生する。

#### 【0018】

さらに、本発明のある好ましい実施の形態では、この電極アレイはさらに、ユーザの網膜にこの電極アレイを取り付けるようになっていた取付手段を備えている。ある実施の形態では、この電極アレイは少なくとも1つの取付孔をその中に画定し、また、上記の取付手段は、この少なくとも1つの取付孔内に位置する少なくとも1つの網膜留め鉗を備えている。代替例では、この電極アレイは、少なくとも2つのスカラップ形部分をその内に画定する外表面エッジを含んでおり、また、上記の取付手段はこのスカラップ形部分の各々の内部に位置している網膜留め鉗を備えている。さらなる代替実施の形態では、この電極アレイは自身に取り付けられた少なくとも1つの磁石を含んでおり、また、取付手段は、網膜上の電極アレイの所望の取付ポイントの反対側にあるユーザの強膜の外側に取り付けられるようになっていた第2の磁石を備えている。さらに別の実施の形態では、上記の取付手段は、網膜に取り付けられる前記の電極の表面上に置かれた接着剤を含んでいる。

#### 【0019】

本発明のさらなる実施の形態では、無線視覚信号通信手段は、無線周波キャリア信号を発生するキャリア発生手段と、無線周波数キャリア信号と視覚信号出力に反応して、この視覚信号出力でこの無線周波キャリア信号を変調し、無線周波変調された画像信号を発生する変調手段とを備えている。加えて、この実施の形態は、1次コイルと2次コイルを有する同調コイル対を含んでいる。この1次コイルは変調手段に動作可能に連結されて、無線周波変調画像信号を送信する。2次コイルは、無線周波変調画像信号を受信するように同調されている。復調手段が2次コイルに連結されていて、無線周波キャリア信号から視覚信号出力を抽出する。

#### 【0020】

本発明のある好ましい実施の形態はさらに、2次コイルに連結されて、網膜組

織刺激手段と復調手段に電力を供給する電源手段をさらに備えている。これは、無線周波変調画像信号からエネルギーを抽出することによって実行されるのが望ましい。この電力手段は、前記の2次コイルが受信した無線周波変調画像信号に基づいて無線周波キャリア信号を整流して直流電力を発生して、網膜組織刺激手段と復調手段に供給する。

#### 【0021】

したがって、眼の光受容体変質網膜状態を持つユーザの視力を少なくとも部分的に回復するある好ましい方法は、可視画像を知覚し、それに反応して視覚信号出力を発生するステップと、その視覚信号出力を眼の中に無線送信するステップと、その視覚信号出力に従ってユーザの網膜組織を刺激するステップと、を含んでいる。可視画像を知覚し、それに反応して視覚信号出力を発生する前記のステップは、可視画像を電気インパルスに変換するステップと、任意の時点における画像に対応するこの電気インパルスをサンプリングするステップと、選択された画像をエンコードして、それをピクセル化して表示するステップと、を含むのが望ましい。

#### 【0022】

加えて、視覚信号出力を眼の中に無線送信する前記のステップは、無線周波キャリア信号を発生するステップと、この無線周波キャリア信号を視覚信号出力で変調して、無線周波変調画像信号を発生するステップと、無線周波変調画像信号を送信するステップと、無線周波変調画像信号を受信するステップと、無線周波キャリア信号から視覚信号出力を抽出するステップと、を含むのが望ましい。そのうえ、ある好ましい実施の形態では、視覚信号出力に従ってユーザの網膜組織を刺激する前記のステップが、視覚信号出力を複数の個別の刺激制御信号に復号化するステップと、刺激電流信号を発生するステップと、刺激電流信号に従って網膜組織に刺激を与えるステップと、を含んでいる。

#### 【0023】

図1にブロック図で示した上記の本発明のある例示的な実施の形態では、網膜補綴物10と図示されている人工眼デバイスは、回路ブロック14中の処理されエンコードされる視覚信号出力を発生する標準の電荷結合素子(CCD)カメラ

12などの画像捕獲素子を含んでいる。この処理されてエンコードされた画像信号は次に、1次コイル16を介して無線周波エンコード画像信号として送信される。2次コイル18は無線周波エンコード画像信号を受信して、それを復号化／デマルチプレクシング回路ブロック20に送出する。この回路ブロック20は次に、復号化された画像信号を電極アレイ22に通信し、電極アレイ22は網膜細胞を刺激して、眼内閃光を発生して視覚を刺激する。

#### 【0024】

図1の鎖線24は、視覚網膜補綴物10の画像獲得／送信部分26を画像受信／刺激部分28から分離するために記載されており、図4から6を参照して以下に詳述するように眼内領域から眼外領域を分離することを示したり、示さなかったりすることに注意すべきである。また、これらの図はCCDカメラを使用しているところを示しているが、本発明の範囲はそれに限られるものではなく、ビデオカメラ、デジタルカメラ、CMOSカメラなどの画像獲得装置の技術を含むものであることに注意すべきである。

#### 【0025】

本発明による人工眼の画像獲得／送信部分26は図2に詳細に図示されており、以下に言及する。この図から観察されるように、カメラ12によって捕獲された画像信号は画像サンプリング回路30に出力され、このサンプリングされた画像はピクセルエンコーダ32に送出される。このサンプリングされた画像信号は、正しくエンコードされると信号変調器34に送られ、この信号変調器34はこれを用いて、キャリア発生器36が発生した無線周波キャリア信号を変調する。この無線周波変調画像信号は次に1次コイル16を介して送信される。

#### 【0026】

エンコードスキームは、以下に詳述するように、埋め込まれた電極アレイのサイズによって決まる目標とする画像の解画像度が得られるように最適化される。エンコードされた情報には、振幅、タイミング、網膜を刺激して画像をシミュレートするためにアレイによって発生される刺激パルスのシーケンスなどのパラメータが含まれる。変調技法はデータレートと整合して、復元された情報の忠実度を意図される送信経路にわたって最大化する。

## 【0027】

無線周波変調画像信号は、図3に詳しく図示するように人工眼の画像受信／刺激部分28によって受信される。この信号は、2次コイル18によって受信されると、復調器38に送出され、ここで、キャリア信号が復号化画像信号から除去される。復号化画像信号は次に復号器／デマルチプレクサ40に送出され、次に、ここから画像情報が電流発生器42に出力されて、電極アレイ22の個別の電極が駆動される。人工眼のこの画像受信／刺激部分28のための電力は、キャリア信号に包含されるエネルギーから整流器44によって引き出される。このキャリア信号は整流されて直流となり、埋め込まれた電子機器に電力を供給して刺激パルスが発生する。したがって、別の電力送信信号は不要である。

## 【0028】

人工眼の画像受信／刺激部分28は刺激情報を復調して復号化し、網膜に埋め込まれた電極アレイ22に送信される適当な刺激パルスが発生する。復号化送信によって、刺激パルスの特徴と、このパルスが電極アレイ22のどこに印加されるかを決定する。このパルスは眼内空洞内にある小型リボンケーブル46又は、例えば光ファイバケーブルなどの他の適当な手段によって転送される。

## 【0029】

本発明による人工眼を物理的に移植する1つの実施の形態をここで参照する図4に示す。上述したように、1次コイル16を用いて、無線周波エンコード画像信号を2次コイル18に送信する。この1次コイルは、眼球レンズ、フレーム又はソフトコンタクトレンズ中に置くのが望ましい。このコイル16を用いて、無線周波符号画像信号を、この実施の形態では虹彩48の背後に移植されている2次コイル18に誘導連結する。この2次コイル18は、復号化／デマルチプレクシング回路20と連結され、また、これと同じ位置に置かれる。小型リボンケーブル46は眼の内壁に沿って位置付けられて、眼窩52近傍の網膜50上に位置する電極アレイ22に回路20を連結する。代替例として、回路20を電極アレイ22と一体化することができるが、この場合、2次コイル16から出ている小ワイヤを回路とアレイの合成物（図示せず）に視覚信号を連結するために必要とするだけである。電極アレイ22を網膜50に固定する取付メカニズムの詳細を

、図8から10を参照して以下に詳述する。

#### 【0030】

図5に示す本発明のある代替実施の形態では、復号化／デマルチプレクシング回路20は虹彩48の背後で2次コイル18とは同位置に置かれていないが、その代わりに、強膜54の外側に取り付けられている。この取付は縫合や他の適切な手段による。この実施の形態では、復号化／デマルチプレクシング回路20は気密密閉されたパッケージ中に置かれ、強膜54を貫通する小ワイヤ56で2次コイルに連結されている。復号化／デマルチプレクシング回路20を網膜50に取り付けられている電極アレイ22に連結している小リボンケーブル46もまた強膜54を貫通している。

#### 【0031】

本発明のさらなる代替実施の形態では、図6に示すように、2次コイルもまた眼内に移植される代わりに強膜54に取り付けられている。復号化／デマルチプレクシング回路20の場合のように、2次コイル18の強膜54に対する取付は縫合や他の適切な手段によるものである。したがって、強膜54を貫通するには、網膜50に取り付けられた電極アレイ22に復号化／デマルチプレクシング回路20を取り付ける小リボンケーブルを必要とするだけである。復号化／デマルチプレクシング回路20を眼外に取り付けることによって、この回路に対するアクセスが増加し、これによってこれらの構成部品の交換や更新が容易となる。

#### 【0032】

上述したように、図7に略図で示した電極アレイ22は、眼窩の近傍で網膜の表面上に取り付けられている生物適合デバイスである。このアレイ22は、刺激パルス中の電荷を網膜組織に送信するだけの受動素子であったり、エンコードされた情報を用いてその入力の際の刺激部位の選択を制御できる能動ネットワークであったりする。アレイ中の刺激部位58は、隣接した部位の活性化を識別する患者の能力と整合した視力レベルを与えるように間隔があげられている。刺激部位58は、電極と周囲の組織間での電荷の送信を最大化するように設計された材料から成っている。図7に示すアレイ22は5×5の刺激部位アレイしか有していないが、この数値は増減してもよい。アレイ22は、そのサイズが増大する場



合は、網膜のあらゆる適切な領域との表面接触が可能となるようにフレキシブルであるのが望ましい。本発明による電極アレイ22と適合するある電極設計が、その教示と開示内容を参照してここ援用する、「RETINAL MICROSTIMULATION」と題する1992年5月5日付けで、de Juan Jrらに対して付与された米国特許第5,109,844号に開示されている。

#### 【0033】

電極アレイの網膜表面に対する取付は、適切な方法によって達成される。図8に示すある1つの実施の形態では、機械式固定デバイス、例えば、網膜の分離した切片を脈絡膜に対して保持する際に支援する目的で一般的に用いられるチタン製留め鉗が使用される。留め鉗60はアレイ22の本体の各角にある円形穴62中を通して、網膜、脈絡膜及び強膜を貫通することによってアレイを本来の位置に保持する。留め鉗60の代替物として、縫合もまた機械的固定デバイスとして機能する。

#### 【0034】

ある代替実施の形態では、図9に示すように、アレイ22の各角の半円形ノッチ54として図示されているスカラップ形部分中に留め鉗60を位置付けし、この結果生じるアレイ22の圧縮力によってアレイ自身が本来の位置に保持されることによって網膜にアレイ22が固定される。この取付方法は、留め鉗60がアレイ本体中に侵入しないので交換が容易であるという利点がある。

#### 【0035】

アレイ22を網膜に取り付けるより侵襲的でない代替方法を図10の代替実施の形態に示す。この実施の形態は、鑄造中にシリコンアレイ22の各角に埋め込まれる不活性な小型希土磁石66を利用している。第2の集合を成す磁石（図示せず）がアレイ22の所望の位置からすぐ向かい側の眼の外側に縫合される。アレイ22中の眼内磁石66と眼の外側に縫合された磁石間の磁力が、アレイ22を本来の位置に保持する働きをする。この方法は留め鉗で眼壁を貫通する必要性を解消し、これでアレイの交換をより容易なものとする。

#### 【0036】

本発明のある代替実施の形態では医学的に許容された接着剤、例えばシアノア

クリレートや他の適切な接着剤を利用して、アレイを網膜に固定する。この実施の形態では、この接着剤は、アレイが網膜に最終的に位置付けされる前にアレイのエッジに塗布される。すると、一時的な空気ポケットが硝子体中に生じて接着剤を硬化させる。

#### 【0037】

本発明による人工眼のある好ましい実施の形態では、網膜インプラントの1部である構成部品で利用される材料は、現代の蝸牛インプラントに使用される材料と同じである。しかしながら、指定されるこのような材料は、眼内移植で実証されている他の多分より良好でより適切な材料もあるので、本発明の範囲を制限するものではないことに注意すべきである。ある好ましい実施の形態では、移植された電子機器のパッケージはシリコンで被覆されたチタンであるのが望ましい。2次コイルはプラチナ製であり、また、シリコン中に埋め込むのが望ましい。この実施の形態では、電極アレイは、シリコンマトリックス中のプラチナ製ワイヤから成るのが望ましい。これらの材料はすべて、眼内での使用がFDAによって認可されており、また、このような人工眼で使用する際にも適切な電氣的また生物学的な特徴を示す。

#### 【0038】

本発明に対する多くの修正や変更実施の形態が、前記の説明から当業者には明らかである。したがって、この説明は例示の目的に過ぎず、また、当業者に対して本発明を実施する最良の形態を教示する目的と解釈すべきである。その構造と構成の詳細は本発明の精神から実質的に逸脱することなく変更可能であり、また、本発明の範囲内のあらゆる修正例を排他的に用いることが留保される。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施の形態に従う、人工眼の単純化した概略ブロック図式である。

##### 【図2】

本発明の人工眼の実施の形態の視覚獲得、エンコード、及び無線周波送信構成要素の拡大概略ブロック図式である。

##### 【図3】

本発明の人工眼の実施の形態の無線周波視覚信号の受容、復号、及び網膜刺激構成要素の拡大概略ブロック図式である。

【図4】

眼内に移植したときの本発明の人工眼の実施の形態の単純化した横断面図である。

【図5】

眼内に移植したときの本発明の人工眼の代替的实施の形態の単純化した横断面図である。

【図6】

眼内に移植したときの本発明の人工眼のさらなる代替的实施の形態の単純化した横断面図である。

【図7】

本発明の人工眼の実施の形態の1つの側面に従う、眼内刺激電極アレイの単純化した概略図である。

【図8】

本発明の人工眼の実施の形態の1つの側面に従う、眼内刺激電極アレイの付属物の詳細を例示する、眼内刺激電極アレイの断面の部分的な概略図である。

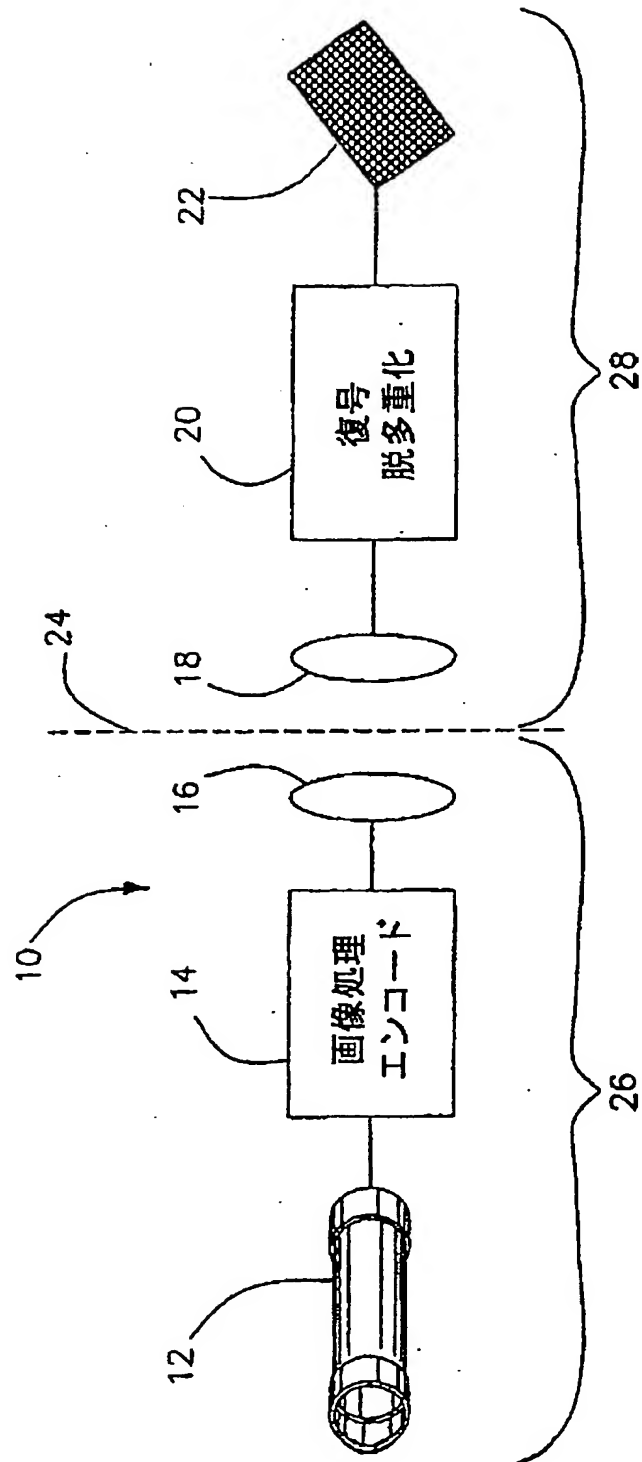
【図9】

本発明の人工眼の代替的实施の形態の1つの側面に従う、眼内刺激電極アレイの付属物の詳細を例示する、眼内刺激電極アレイの断面の部分的な概略図である。

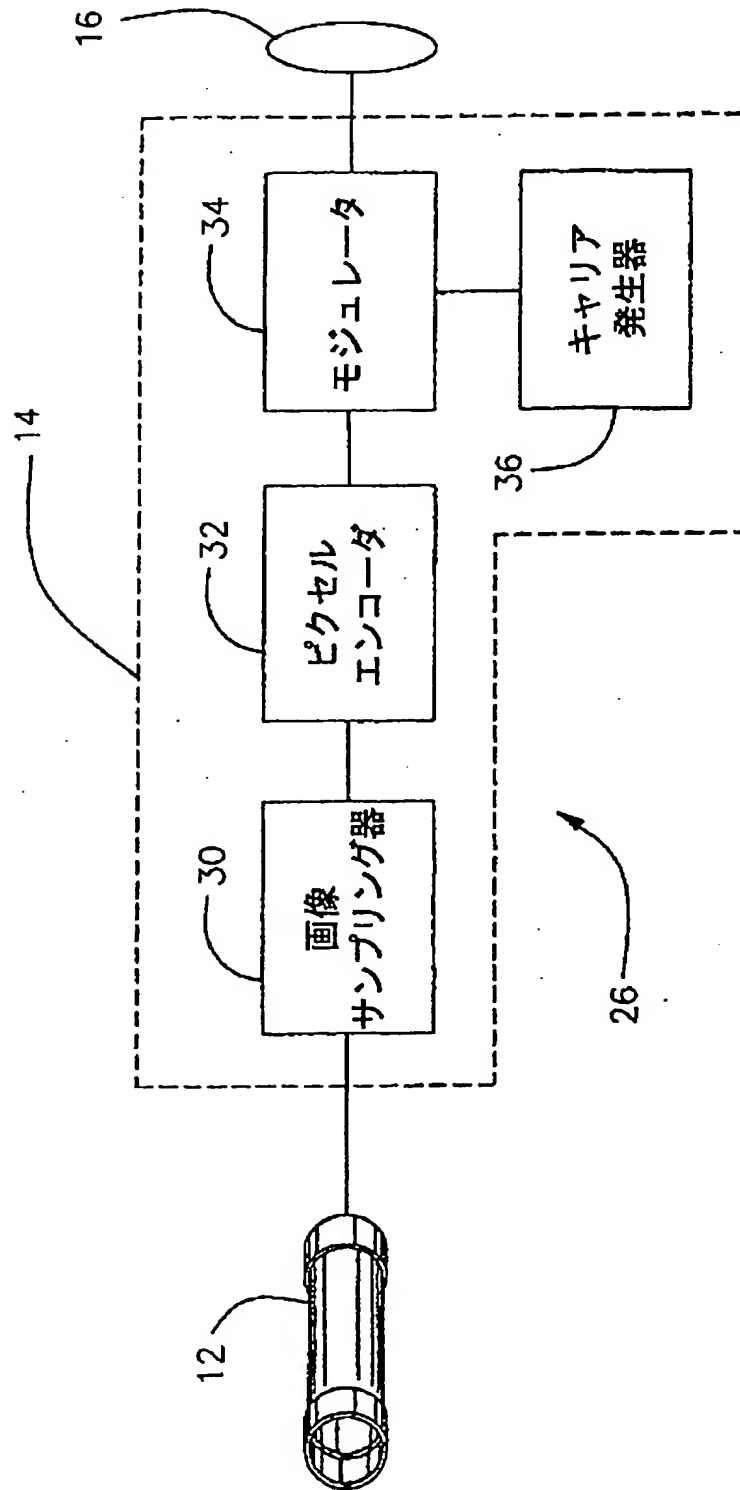
【図10】

本発明の人工眼のさらなる代替的实施の形態の1つの側面に従う、眼内刺激電極アレイの付属物の詳細を例示する、眼内刺激電極アレイの断面の部分的な概略図である。

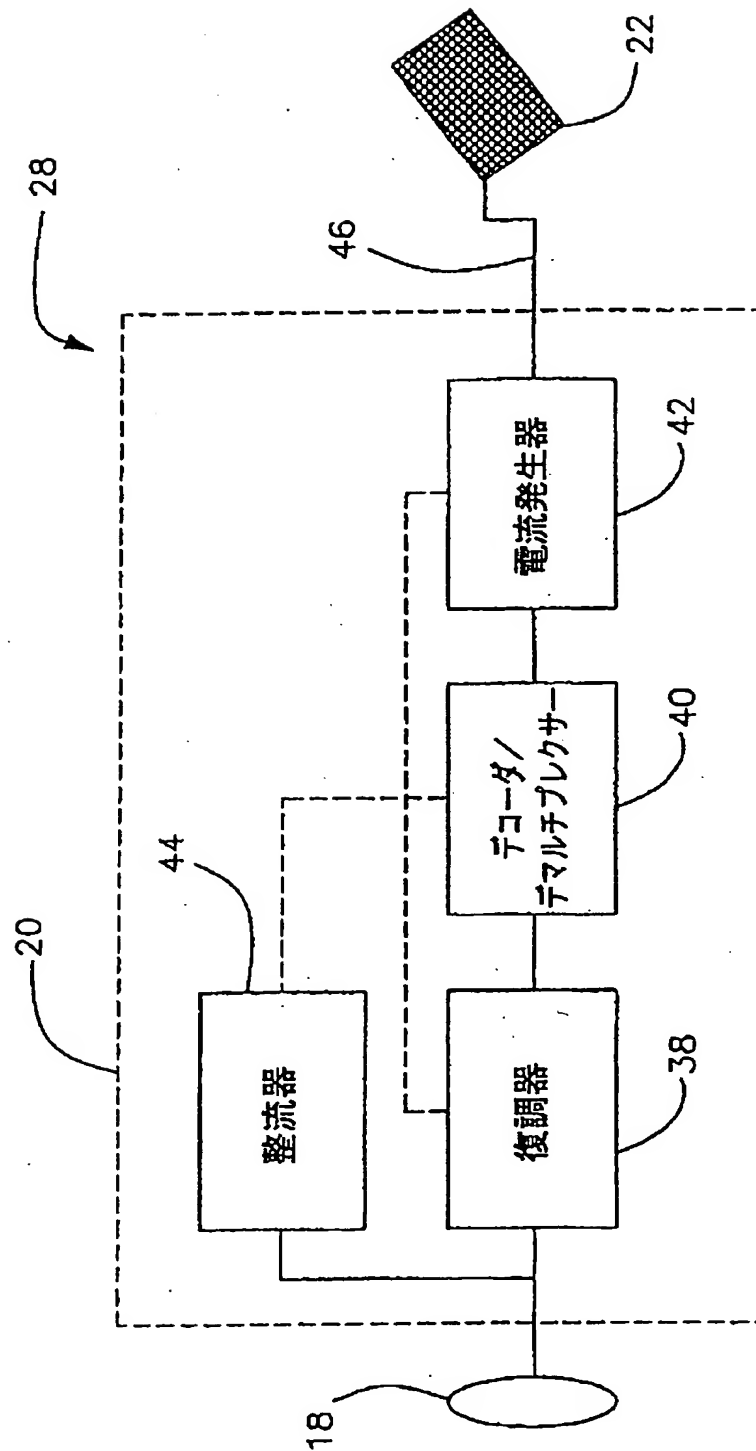
【図1】



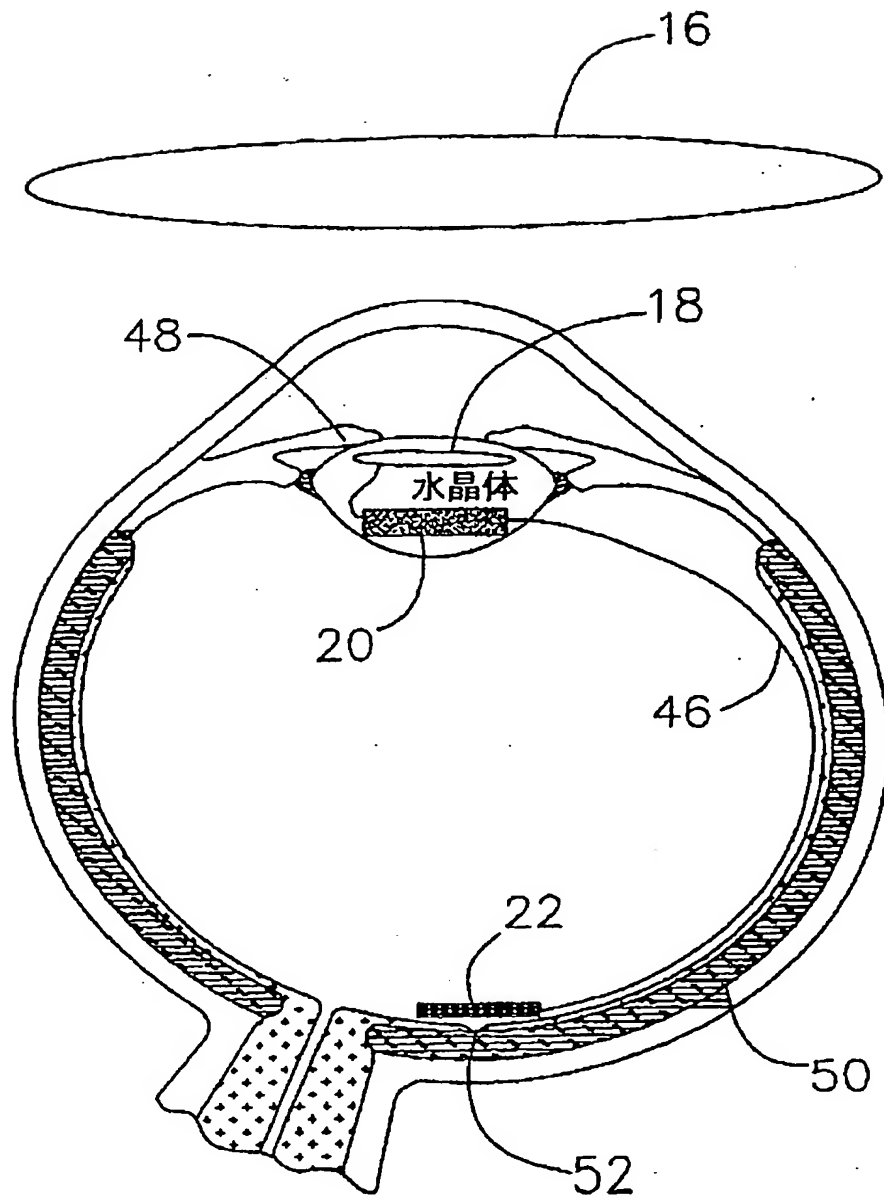
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

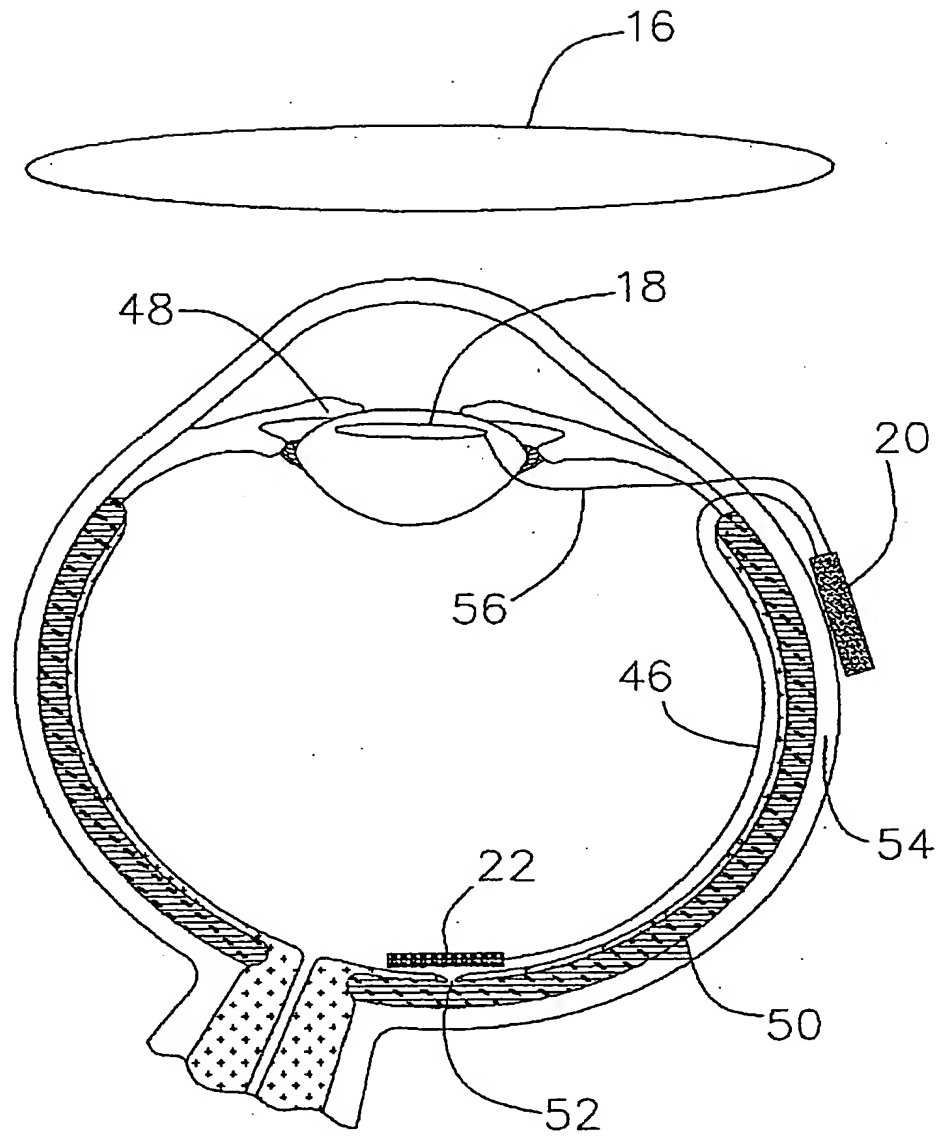


Fig. 5



【図6】

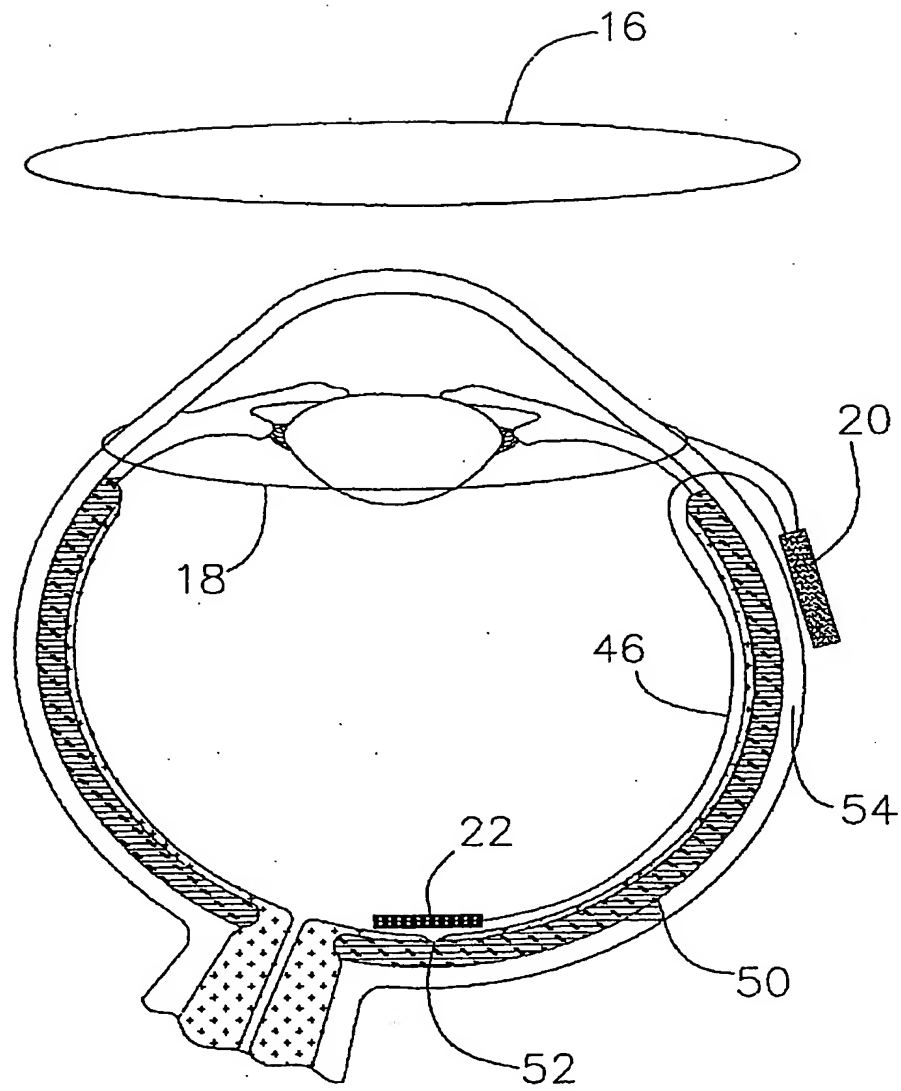
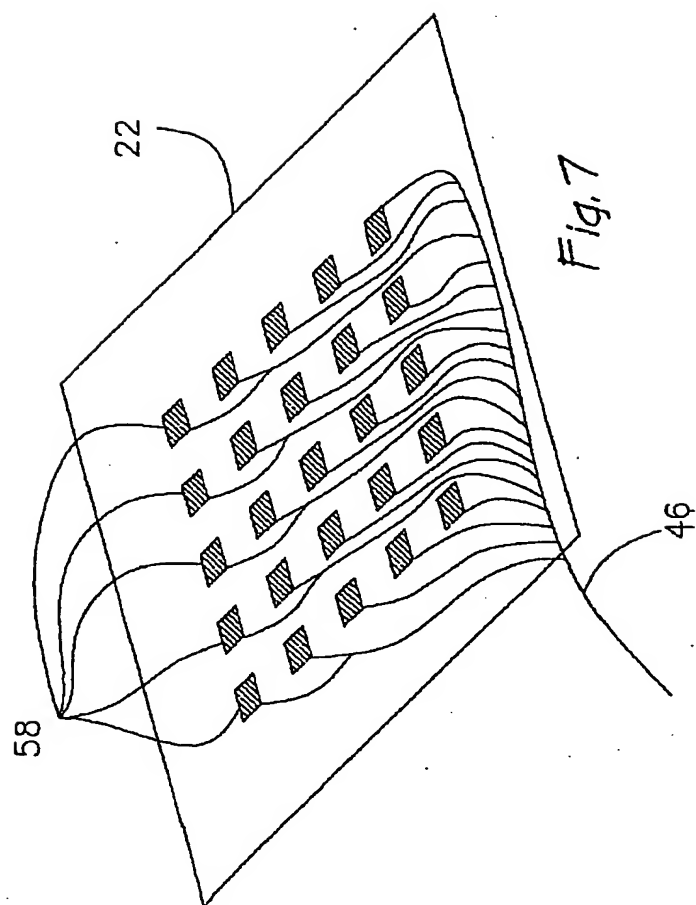
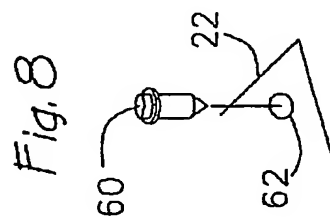


Fig. 6

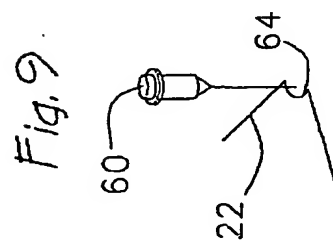
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

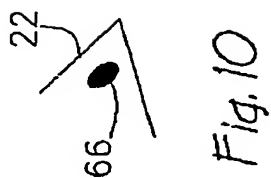


Fig. 10

## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No.  
PCT/US 99/05258

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 A61F9/08		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification systems followed by classification symbols) IPC 6 A61F A61N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 81 01512 A (M. STOVER) 11 June 1981 see the whole document	1-4,8-17 5-8, 18-21
Y	US 5 109 844 A (E. DE JUAN ET AL.) 5 May 1992 cited in the application see column 8, line 3 - line 7; figure 7 -/-	5,6,8, 18,19,21
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are cited in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (no specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 June 1999		Date of mailing of the international search report 17/06/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-2010		Authorized officer Wolf, C

Form PCT/ISA/210 (second sheet) July 1992

page 1 of 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern at Application No  
PCT/US 99/05258

## C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JESINGER R A ET AL: "FLEXIBLE ELECTRODE ARRAY FOR RETINAL STIMULATION" PROCEEDINGS OF THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE ENGINEERS IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY, PARIS, OCT. 29 - NOV. 1. 1992, vol. 6, no. CONF. 14, 29 October 1992, page 2393 XP000346990 NORUCCI J P; PLONSEY R; COATRIEUX J L; SWAMY LAXMINARAYAN see paragraph 2; figure 1	7,20
A	DE 44 24 753 A (FRAUNHOFER) 18 January 1996 see column 2, line 28 - line 46	1,2,12
A	US 4 628 933 A (R.P. MICHELSON) 16 December 1986 cited in the application	

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 99/05258

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: 22-25  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:  
Rule 39.1(1v) PCT - Method for treatment of the human body by surgery
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (1)) (July 1998)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. of Application No.

PCT/US 99/05258

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 8101512 A	11-06-1981	DE 2948266 A AU 6641481 A EP 0040625 A	19-06-1981 19-06-1981 02-12-1981
US 5109844 A	05-05-1992	NONE	
DE 4424753 A	18-01-1996	NONE	
US 4628933 A	16-12-1986	NONE	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1999)

## フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW

(72)発明者 グリーンバーグ, ロバート, ジェイ.  
アメリカ合衆国, カリフォルニア州,  
ロス アンジェルス, ウィルシャー ブ  
ルヴァード 11740 アpartment 2103  
ビルディングエー

Fターム(参考) 4C053 JJ06 JJ21  
4C097 AA24 BB06 CC18 SA10

## 【要約の続き】

石、或いは接着剤を介して網膜に付着される。